

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikka / Käyttö ja käynnissäpito

Jenna Matikkala

TPM:N KÄYTTÖÖNOTTO KARHULAN VALIMON KEHYKSETTÖMÄN KAA-
VAUKSEN LINJALLA

Opinnäytetyö 2014

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikka

MATIKKALA, JENNA

TPM:n käyttöönotto Karhulan valimon kehyksettömän
kaavauksen linjalla

Insinöörityö

39 sivua + 6 liitesivua

Työn ohjaaja

Lehtori Jaakko Laine

Toimeksiantaja

Sulzer Pumps Finland Oy

Joulukuu 2014

Avainsanat

kunnossapito, TPM, käyttäjähuolto, kehyksetön kaavaus

Tämän opinnäytetyön aiheena oli laajentaa Karhulan valimon puhdistamossa käytönotettua TPM-ohjelmaa uuteen kohteeseen, joka tuli valita työn edetessä. Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito eli TPM (Total Productive Maintenance) on Japanissa kehitetty kunnossapitoideologia, jonka tavoitteena on parantaa koneiden ja laitteiden kokonaiskäytettävyyttä. Yksi TPM:n peruspilareista on kunnossapidon ja käyttäjien yhteistyön lisääminen käyttäjähuoltojen avulla.

Työn aluksi etsittiin sopiva kohde tuotannon kannalta kriittisimpien koneiden ja linjojen joukosta. Valintaa varten tutkittiin koneiden vikahistoriaa, ennakkohuolto-ohjelmia ja tuotannonohjauksellisia dokumentteja. Lopulta TPM:n käyttöönoton kohteeksi valikoitui kaavaamon kehyksettömän kaavauksen linja.

Työn tuloksena tehtiin kuvalliset käyttäjähuolto-ohjeet kehyksettömän kaavauksen linjalle. Ohjeissa korostettiin koneiden säännöllistä peruspuhdistusta kaavaushiekan leviämisen takia. Valmiit käyttäjähuolto-ohjeet esiteltiin ja koulutettiin käyttäjille yhdessä kunnossapidon edustajan kanssa.

Käyttäjähuolto-ohjeiden käyttöönotolla saatettiin alkuun pitkä, jatkuvaan parantamiseen perustuva TPM-prosessi. Prosessin varsinaiset tulokset selviävät vasta pitkän aikavälin tarkastelussa.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Energy Engineering

MATIKKALA, JENNA

Implementation of TPM on the Flaskless Moulding Line in
Karhula Foundry

Bachelor's Thesis

39 pages + 6 pages of appendices

Supervisor

Jaakko Laine, Senior Lecturer

Commissioned by

Sulzer Pumps Finland Oy

December 2014

Keywords

maintenance, TPM, operator maintenance,
flaskless moulding

The objective of the thesis was to extend the TPM program, implemented in the fettling shop of Karhula Foundry, to cover other machines that were to be chosen as the work progressed. Total Productive Maintenance (TPM) is a maintenance ideology developed in Japan which aims to develop overall equipment effectiveness. One of the main pillars of TPM is to increase co-operation between maintenance personnel and operators by means of operator maintenance.

At the beginning, a suitable item was searched among the machines and production lines that are the most critical in terms of production. For the selection, fault history, maintenance programs and production management documentation were studied. Eventually, TPM was chosen to be implemented on the flaskless moulding line, which is very critical for production in case of failure.

As a result of this thesis, visual operator maintenance instructions were prepared for the most important machines of the flaskless moulding line. The instructions emphasized the importance of basic cleaning of the machines, because of the spread of moulding sand. The finished instructions were presented and trained to the operators together with a representative of maintenance.

The introduction of the operator maintenance instructions is the beginning of a long TPM process based on continuous improvement. The actual results can be seen only after a longer period of examination.

ALKUSANAT

Tämä työ tehtiin Sulzer Pumps Finland Oy:n Karhulan valimolle kesän ja syksyn 2014 aikana. Haluan erityisesti kiittää työn onnistumisesta toimeksiantajan puolelta opin-
näytetyötä ohjannutta Luan Hulaj'ta, sekä työn ”kummisetiä” kunnossapitopäällikkö
Jarkko Kemppaista ja LEAN-Coach Kari Saareksia.

Valtava kiitos kuuluu myös kaavaamon ja sulaton valmistuspäällikkö Susanna Tähti-
selle, pullalinjan työnjohtaja Tero Mäkelälle ja linjan työntekijöille.

Lisäksi haluan kiittää valimon mekaanisen kunnossapidon työntekijöitä henkisestä tu-
esta ja hyvistä neuvoista.

Kotkassa 5.12.2014

Jenna Matikkala

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYS	5
TERMIT JA MÄÄRITELMÄT	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Toimeksiantaja	8
1.2 Työn tarkoitus	8
1.3 Tutkimusmenetelmät	9
2 KUNNOSSAPITO	9
2.1 Kunnossapitolajit	10
2.1.1 Korjaava kunnossapito	10
2.1.2 Ehkäisevä kunnossapito	10
2.2 Kunnossapidon tavoitteet	11
3 TPM KÄSITTEENÄ	11
3.1 TPM-prosessi	12
3.2 Kuusi hävikkiä	12
4 KÄYTTÄJÄHUOLLOT	14
5 MITTARIT	15
5.1 OEE	15
5.2 MTBF-luku	17
5.3 Häiriökorjaustyön osuus	17
6 LÄHTÖKOHDAT	18
6.1 Hiekkavalimon valimoprosessi	18
6.2 Pullakaavaus	19
6.3 Pullalinja Karhulan valimolla	19

7	TYÖN TOTEUTUS	24
7.1	Kohteiden valintaprosessi	24
7.2	Valitut TPM-kohteet	25
7.3	Mittareiden tarkastelu	26
7.4	Käyttäjahuolto-ohjeiden laadinta	27
8	TULOKSET	28
8.1	Käyttäjahuolto-ohjeiden rakenne	28
8.2	Konekohtaiset ohjeet	29
8.2.1	Sekoittaja eli mikseri ja tärypöytä	30
8.2.2	Radat (osa 1) ja kääntöpöydät	31
8.2.3	Elevaattori ja kuljetusliinat	31
8.2.4	Kääntöirrotuskone	32
8.2.5	Peitostusmanipulaattori	32
8.2.6	Kasauspaikan radat (osa 2)	33
8.2.7	Kasauskone	33
8.2.8	Siirtovaunut	34
8.2.9	Tyhjennyskone eli nokkakone ja tyhjennyskoppi	34
8.2.10	Tyhjennyspaikan tunneli	34
8.3	Käyttäjien koulutus	35
9	JOHTOPÄÄTÖKSET	35
	LÄHTEET	37
	LIITTEET	
	Liite 1. Kehyksettömän kaavauksen linjan rakenne	
	Liite 2. Peitostusmanipulaattorin TPM-käyttäjahuolto-ohjeet	

TERMIT JA MÄÄRITELMÄT

Implementointi	käyttöönotto
Lean	hävikkien poistamiseen keskittynyt johtamisfilosofia
MTBF-luku	keskimääräinen vikaväli
OEE-luku	tuotannon kokonaistehokkuutta kuvaava tunnusluku
Pulla	kehyksetön kaavausmuotti
Pullalinja	kehyksettömän kaavauksen linja valimoprosessissa
TPM	kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito, kunnossapitoideologia

1 JOHDANTO

1.1 Toimeksiantaja

Sulzer Pumps Finland Oy kuuluu sveitsiläiseen 15 200 henkilöä työllistävän monialaisen Sulzer-konsernin pumppudivisioonaan. Konsernilla on 19 tuotantolaitosta eri puolilla maailmaa ja edustus yli 150 maassa. Koko konsernin liikevaihto vuonna 2013 oli 3,26 miljardia Sveitsin frangia. Konsernin Suomen yksiköihin kuuluvat valimo ja pumpputehdas Kotkassa, tiivistevalmistaja Raumalla, huoltokeskukset Kotkassa, Mäntässä ja Oulussa, sekä myyntiosastot Kotkassa ja Helsingissä. Vuonna 2013 ne työllistivät noin 500 henkilöä. (Sulzer Ltd 2014, 3, 89, 94; Levander 2014.)

Työn toimeksiantaja, Sulzer Pumps Finland Oy:n Karhulan teräsvalimo, sijaitsee Karhulanniemen teollisuusalueella ja se työllistää noin 200 henkilöä. Valimo on perustettu 1890-luvulla ja se on keskittynyt teräs- ja valurautavaluihin. Sulzer-konsernin omistukseen se siirtyi vuonna 2000, kun Sulzer AG osti itselleen suomalaisen Ahlströmin Pumpit Oy:n osakekannan. Karhulan valimo on Skandinavian suurin duplex-teräsvalujen tuottaja ja sen vuosittainen tuotantokapasiteetti on noin 3 000 tonnia. Valimo on erikoistunut yksittäiskappaleisiin ja haponkestäviin teräksiin. Valettavien kappaleiden koko vaihtelee 0,5 kilosta 8 000 kiloon. Vuosittain valimolla käytetään yli tuhatta erilaista valumallia. Valimon asiakaskuntana ovat pääasiallisesti Sulzerin omat pumppu- ja sekoitintehtaat eri puolilla maailmaa. (Alapoikela 2014; Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus 2008, 1, 3; Levander 2014.)

1.2 Työn tarkoitus

Sulzer-konsernissa on jo vuosia tehty pitkäjänteistä laatutyötä Lean-johtamisfilosofian avulla. Lean kokoaa useita eri johtamisen työkaluja kokonaiseksi johtamisjärjestelmäksi, jonka tarkoituksena on vähentää tuotannossa syntyvää hukkaa. Yksi näistä työkaluista on kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito (engl. Total Productive Maintenance).

Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito eli TPM implementoitiin pienimuotoisesti vuonna 2013 Karhulan valimon puhdistamon Tilghman -sinkopuhdistuskoneelle. Implementoinnista saatujen hyvien kokemusten perusteella valimon johto halusi laajen-

taa TPM:ää myös muihin kohteisiin. Työn tarkoituksena oli selvittää, mitkä tuotannon koneet tai linjat ovat vikaantuessaan kaikkein kriittisimpiä tuotannon kannalta ja luoda näille käyttäjähuolto-ohjeet.

Keskeisin tavoite TPM:ssä on parantaa koneiden kokonaiskäytettävyyttä. Onnistunut TPM:n käyttöönotto vähentää korjaustunteja, pienentää korjauskuluja sekä parantaa saantoa, tuottavuutta ja laatua. Taloudellisesta näkökulmasta katsottuna TPM-prosessin tuloksena pyrittiin vähentämään korjaavan kunnossapidon määrää, sillä sen katsotaan maksavan jopa kymmenen kertaa enemmän kuin suunnitellut ja ennakoivat kunnossapitotoimet maksaisivat. (Sulzer Pumps Finland Oy 2012b.)

1.3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa edettiin myöhemmin tässä opinnäytetyössä esiteltävien TPM-prosessin vaiheiden mukaisesti. Prosessin alkuvaiheessa kerättiin koneiden ja laitteiden vikahistoriadataa valimon kunnossapito-ohjelman, suullisten tiedonantojen ja tuotannonseurannan avulla. Lisäksi tutkimuksen aikana seurattiin käytännön huoltotoimenpiteitä ja osallistuttiin huoltopäivään.

2 KUNNOSSAPITO

Kunnossapidolla tarkoitetaan standardin PSK 6201 ”Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät” mukaan kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuutta, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana. Kunnossapidon avulla koneet ja laitteet pidetään sellaisessa toimintakunnossa, että tuotanto on mahdollisimman edullista, tuotteen hintaan nähden laadukasta, turvallista ja ympäristöä säästävää. Taloudellisesta näkökulmasta tarkasteltuna kunnossapito on yksi suurimmista yritysten kustannuseristä ja suurin kontrolloimaton kustannuserä. (Järviö & Lehtiö 2012, 27; PSK 6201 2003,2.)

Perinteisen näkemyksen mukaan koneiden ja laitteiden kunnossapito on ollut ainoastaan kunnossapito-osaston asia, minkä perusteella tuotanto-osastot ovat voineet kieltäytyä kunnossapitoon liittyvistä tehtävistä. Näkemys on kuitenkin lähivuosina muuttunut ja kunnossapito nähdään yhä enemmän tuotanto-omaisuuden yhteisenä hoitamina-

sena (engl. Asset Management). Koneen hallintaa, jossa yhdistyvät käyttö ja kunnossapito, kutsutaan myös käynnissäpidoksi. (Järviö & Lehtiö 2012, 17, 30.)

2.1 Kunnossapitolajit

Kunnossapidon katsotaan jakautuvan eri kunnossapitolajeihin usealla eri tavalla. Tässä työssä käytetään standardin SFS- EN 13306:2010 ”Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia” mukaista jakoa vian havaitsemisen perusteella. Standardi jakaa kunnossapidon ennen vian havaitsemista tapahtuvaan ehkäisevään eli proaktiiviseen kunnossapitoon ja havaitsemisen jälkeen tapahtuvaan korjaavaan eli reagoivaan kunnossapitoon. (Järviö & Lehtiö 2012, 46.)

2.1.1 Korjaava kunnossapito

Korjaavalla kunnossapidolla tarkoitetaan niitä toimia, jotka tehdään vian havaitsemisen jälkeen kohteen saattamiseksi tilaan, jossa se voi toteuttaa vaaditun toiminnon. Korjaava kunnossapito voi olla joko suunnittelematonta häiriökorjausta tai suunniteltua kunnostusta. Korjaava kunnossapito tulee usein moninkertaisesti kalliimmaksi kuin ennakoivan kunnossapidon vaativat toiminnot tulisivat. (SFS-EN 13306 2010, 22; Sulzer Pumps Finland Oy 2012b.)

2.1.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevällä kunnossapidolla tarkoitetaan määrätyin välein tai suunniteltujen kriteerien, kuten käyttötuntien täytyessä suoritettavaa kunnossapitoa, jonka tarkoituksena on pienentää vikaantumisen todennäköisyyttä tai kohteen toiminnan heikkenemistä. Ehkäisevä kunnossapito jakautuu kuntoon perustuvaan kunnossapitoon ja jaksotettuun kunnossapitoon. Kuntoon perustuva kunnossapito merkitsee ehkäisevää kunnossapitoa, johon voi sisältyä kunnonvalvontaa, tarkastamista ja testausta, tulosten analysointia sekä näiden ohjaamaa kunnossapitoa. Jaksotettu kunnossapito suoritetaan ennalta määritettyjen aikajaksojen tai käyttötuntien mukaan ilman edeltävää toimintakunnon tutkimusta. (SFS-EN 13306 2010,23; Järviö & Lehtiö 2012, 46.)

2.2 Kunnossapidon tavoitteet

Standardin PSK 6201 ”Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät” mukaan kunnossapidon keskeisiä tavoitteita ovat tuotannon kokonaistehokkuus ja hyvä käyttövarmuus. Nämä tavoitteet luovat mahdollisuuden laitteiden hyvään käytettävyyteen ja käyttöasteeseen. Kunnossapidon tavoitteita mitataan erilaisilla tunnusluvuilla, jotka kuvaavat muun muassa kunnossapidon tehokkuutta ja taloudellisia vaikutuksia. Tunnuslukujen muodostaminen tulee perustaa luotettavasti kerättyyn tietoon. (PSK 6201 2003, 4.)

Kunnossapidon tulos muodostuu merkittävältä osin epäsuorista vaikutuksista, kuten esimerkiksi tuotannonmenetyksistä ja toimitusajoista. Kunnossapidon tulosta ja tehokkuutta ei voida mitata yhtä yksinkertaisin ja yksiselitteisin mittarein kuin tuotannollisessa toiminnassa. Tästä syystä kunnossapidon mittaaminen on erittäin haastavaa. (PSK 7501 2000, 2.)

Tunnuslukujärjestelmää tulee kehittää hallitusti jatkuvasti, jotta se palvelee tarkoitustaan. Tunnuslukua valittaessa ja tarkasteltaessa tulee huomioida, etteivät tunnusluku ja sen arvo ole sinänsä tavoitteita, vaan sen kuvaama tilanne ja tehokkuusaste. Oikein valitut tunnusluvut korostavat mitattavan asian arvoa, ohjaavat kehittämään oikeita asioita ja selkeyttävät tavoitteita. Lisäksi ne motivoivat kunnossapitäjiä ja synnyttävät tervettä kilpailuhenkeä. (Opetushallitus a.)

3 TPM KÄSITTEENÄ

Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito (TPM) on japanilaisen Seiichi Nakajiman luoma kunnossapitoideologia, joka tähtää koneiden ja laitteiden kokonaiskäytettävyyden parantamiseen lisäämällä käyttäjien ja kunnossapidon yhteistyötä. TPM-ajattelussa kunnossapito käsitetään erittäin laajasti ja sen kehittämistä lähestytään kokonaisvaltaisesti. Tämä merkitsee, että kunnossapito otetaan huomioon kaikissa yrityksen toiminnoissa, ja että koko henkilöstö ylintä johtoa myöten sitoutuu tuottavan kunnossapidon periaatteeseen. (Opetushallitus b; Järviö & Lehtiö 2012, 144.)

Nakajiman oppi kokonaisvaltaisesta tuottavasta kunnossapidosta perustuu viidelle peruspilarille. Nämä ovat laitteiden tehokkuuden lisääminen suunnittelun avulla, olemassa olevien suunnitellun ja kuntoon perustuvan kunnossapidon parantaminen, käyttäjähuollot, osaamistason lisääminen yksilö- ja ryhmäkoulutuksilla sekä ehkäisevien

kunnossapitotoimien aloittaminen. Käytännössä kehittämistoiminta toteutetaan itenäisten pienryhmien avulla, jotka kehittävät omia työtehtäviään kuuden suuren hävikin poistamiseksi. Tämä tapahtuu havainnoimalla hävikit, analysoimalla ne ja poistamalla hävikkien aiheuttajat jatkuvan parantamisen periaatteella. Prosessin aikana tuotannon kannalta kriittisimmille koneille luodaan optimaaliset toiminta olosuhteet ja pidetään ne yllä käyttäjähuoltojen avulla. (Opetushallitus b; Järviö & Lehtiö 2012, 143-147.)

3.1 TPM-prosessi

TPM-prosessi koostuu kuntovaiheesta, mittausvaiheesta ja kehitysvaiheesta. Kuntovaiheessa arvioidaan laitteiden kriittisyys kunnossapidon suhteen. Tämä tapahtuu pääasiallisesti tutkimalla koneiden vikahistoriaa. Tämän perusteella valitaan 3-5 kriittisintä konetta. Näille suoritetaan kunnonarviointi, jossa arvioidaan koneen kunto komponenteittain. Arvioiduille koneille laaditaan kunnostussuunnitelma ja aikataulus, sekä varataan kunnostuksessa tarvittavat resurssit. Suunnitelman avulla koneet kunnostetaan ja niille suoritetaan perusteellinen puhdistus. Kuntovaiheessa saadun konekohtaisen informaation avulla koneelle laaditaan käyttäjähuolto-ohjeet, joissa ohjeistetaan koneen puhdistus, tarkastus ja huolto. (Järviö & Lehtiö 2012, 148-150.)

Mittausvaiheessa seurataan valittujen mittarien avulla kuntovaiheessa tehtyjen toimenpiteiden vaikutusta koneen kokonaiskäytettävyyteen ja kunnossapidettävyyteen. Mittausvaiheessa saadaan myös viitteitä kehitystä vaativista kohteista. Näihin kohteisiin keskitytään kehitysvaiheessa, jossa ilmenneisiin ongelmiin ja haasteisiin haetaan ratkaisua sekä parhaita mahdollisia käytäntöjä. TPM-prosessi perustuu jatkuvalle parantamiselle, jonka tavoitteena on poistaa tuotannon hävikit. (Järviö & Lehtiö 2012, 148-150.)

3.2 Kuusi hävikkiä

TPM-ideologiassa taloudelliset tavoitteet saavutetaan poistamalla tuotannon kuusi suurta hävikkiä eli hukkaa (engl. Six Major Losses). Lean-ajattelun mukaan hukka (japaniksi muda) merkitsee tekijää tai aktiviteettia, joka lisää kustannuksia lisäämättä tuotteeseen arvoa. Seuraavassa on kuvattu kuusi suurta hävikkiä Sulzerin opetusmateriaalissa esiintyvän jaon mukaisesti. (MCS Oy 2012; Sulzer Pumps Finland Oy 2012a.)

1. Seisakit

Seisakit jakautuvat suunnittelemattomiin ja suunniteltuihin seisakkeihin. Näistä suunnitellut ovat usein huoltoseisakkeja ja suunnittelemattomat vikaseisakkeja. Molempia yritetään poistaa huolellisella huolto- ja resurssisuunnittelulla. Konerikot ja viat ovat tunnetuin hukan aiheuttaja, mutta ei välttämättä kaikissa tilanteissa suurin. (Laine 2010, 48; Sulzer Pumps Finland Oy 2012a.)

2. Asetusajat ja säädöt

Asetusajat ja säädöt merkitsevät hukkana aikaa, joka menetetään vaihdoissa tai asetusten muutoksissa. Syitä tähän saattavat olla esimerkiksi työkalun vaihto tai ohjelman säätäminen. Asetusajat ja säädöt saattavat tuottaa joissakin prosesseissa erittäin merkittävän hukan. Tätä voidaan yrittää muuttaa ajattelemalla koko asetusten vaihtosysteemi uudelleen. (Laine 2010, 48; Sulzer Pumps Finland Oy 2012a.)

3. Vajaateholla käynti ja lyhyet seisakit

Lyhyet seisakit ovat tyypillisesti alle kymmenen minuutin mittaisia. Syy vajaateholla käyntiin, pieniin vikoihin ja lyhyisiin seisakkeihin on yleensä tilapäinen ongelma koneessa. Tällaisia saattavat olla esimerkiksi ohjelmavirheet tai osan juuttuminen kuljettimeen. Lyhyet seisakit hoituvat usein esimerkiksi koneen uudelleenkäynnistyksellä, eikä niitä osata aina mieltää hävikiksi, kuten tulisi tehdä. (Sulzer Pumps Finland Oy 2012a; Productivity Press Development Team 1996, 35-36.)

4. Alentunut nopeus

Prosessin alentunut nopeus johtuu hävikkinä siitä, ettei koneen nopeus ole standardin mukainen. Alentunut nopeus voi johtua useista eri syistä, kuten esimerkiksi laitteen kulumisesta, koneen ylikuormituksesta tai virhesäädöistä. Toisaalta alentunut nopeus voi johtua myös siitä, ettei käyttäjä uskalla ajaa konetta valmistajan suunnittelemalla nopeudella esimerkiksi konerikon pelossa. Mikäli tietoa valmistajan suunnittelemasta käyttönopeudesta ei ole saatavilla, voi standardin mukaisen nopeuden määrittäminen olla erittäin vaikeaa. (Sulzer Pumps Finland Oy 2012a; Productivity Press Development Team 1996, 37.)

5. Prosessivioista johtuvat laatutappiot

Prosessivioista johtuvat laatutappiot pitävät sisällään kaikki vioista johtuvat tuotteiden hylkäämiset ja korjaukset. Vaikka tuote voitaisiinkin saada asiakasta tyydyttävään kuntoon korjaamalla, muodostuu korjaukseen käytetystä ajasta hävikkiä. Laatutappioita aiheuttavat prosessiviat saattavat olla satunnaisia tai jatkuvia. Kummassakin tapauksessa on tärkeää selvittää vian juurisyy, jotta hävikki voidaan poistaa. (Sulzer Pumps Finland Oy 2012a; Productivity Press Development Team 1996, 37-38.)

6. Sarjan aloitus

Sarjan aloituksen aiheuttama hukka sisältää ajan, joka menetetään koneen käynnistyessä, jolloin kone ei tuota kelpollisia tuotteita. Hukkaa syntyy esimerkiksi silloin, kun kone kiihtyy hitaasti, edellisen sarjan materiaalia joudutaan ajamaan ulos koneesta tai lämpötilaa nostetaan ajoarvoihin. Tällainen hukka on hyvin vaikea tunnistaa, sillä sen koetaan olevan osa prosessia. (Sulzer Pumps Finland Oy. 2012a; Productivity Press Development Team 1996, 38.)

4 KÄYTTÄJÄHUOLLOT

TPM:n mukaisessa käyttäjähuolto-ohjelmassa käyttäjät osallistuvat koneen kunnossapitoon erilaisilla säännöllisillä huolto- ja tarkastustehtävillä. Käyttäjähuollot perustuvat ajatukseen siitä, että käyttöhenkilöstöllä on paras ja tuorein tieto koneen käynnistä sekä mahdollisista poikkeamista. Päivittäin koneen kanssa työskennellessään käyttäjä myös huomaa koneen viat ensimmäisenä. (Järviö & Lehtiö 2012, 153.)

Käyttäjähuolto-ohjelman vaiheet ovat perusteellinen puhdistus, ympäristön siistiminen sekä puhdistus- ja huolto-ohjeiden laatiminen. Puhdistusvaiheessa koneelle suoritetaan perusteellinen puhdistus ja suoritetaan tarvittavat voitelutoimenpiteet. Puhdistettaessa konetta se tarkastetaan silmämääräisesti. Ympäristön siistimisvaiheessa poistetaan likaantumisen aiheuttajat ja parannetaan laitteen luoksepäästävyyttä. Puhdistus- ja huolto-ohjeiden laatimisvaiheessa käyttäjähuoltoja varten laaditaan selkeät ohjeet ja määritetään tarkastamiseen käytettävät ajat. (Järviö & Lehtiö 2012, 153.)

Käyttäjähuoltojen käyttöönotto ei ole täysin ongelmaton, vaan on tyypillistä, että se herättää organisaatiossa vastustusta. Perinteisestä näkökulmasta katsottuna käyttöhen-

kilösten ja kunnossapitohenkilöstön roolit ovat selvästi olleet toisistaan eriytyneitä. Käyttöhenkilöstön tehtävänä on ollut hoitaa tuotantokoneiden käyttö ja kunnossapitohenkilöstö on hoitanut kaikki koneiden kunnossapitoon liittyvät toimenpiteet. Käyttäjähuolloissa tämä perinteinen jako kuitenkin hämärtyy ja kunnossapito muuttuu yhteiseksi tehtäväksi. Käyttäjähuoltoja implementoitaessa muutosvastarintaa ilmenee käyttöhenkilöstön kokiessa, että heidän työtaakkaansa lisätään. Vastaavasti kunnossapitohenkilöstö voi kokea, että heidän työnsä ulkoistetaan käyttäjille. Mahdollisen vastustuksen vuoksi käyttäjähuoltojen käyttöönotto vaatii yritysjohtolta kykyä käsitellä muutosvastarintaa ja luoda positiivisia odotuksia käyttöönoton tuloksista. (Laine 2010, 221.)

5 MITTARIT

TPM-prosessin mittareina käytetään prosessin kehitystä parhaiten kuvaavia kunnossapidon tunnuslukuja. Tunnusluvut ovat mahdollisimman konkreettisia ja mahdollistavat tavoitteiden saavuttamisvastuun mahdollisimman lähelle suoritettavaa tasoa. Tällöin organisaation kaikki tasot näkevät ja mieltävät oman työpanoksen vaikutuksen mitattaviin tuloksiin. (Opetushallitus a.)

5.1 OEE

TPM-prosessin tärkein mittari on tuotannon kokonaistehokkuuden määrittävä OEE-laskenta (Overall Equipment Effectiveness). Mittarin suomennos ”KNL-laskenta” tulee sanoista käytettävyys, nopeus ja laatu, joiden tulo muodostaa tunnusluvun. OEE-laskennalla tavoitellaan optimaalisia käyttöolosuhteita. Mikäli OEE-luku on suurempi kuin 85 %, sen katsotaan olevan ”maailmanluokan tasoa”. Se saavutetaan yleensä kun käytettävyys (K) on > 90 %, suorituskky (N) > 95 % ja laatu (L) > 99 %. OEE -luku voidaan määrittää yhtälöstä 1. (Järviö & Lehtiö 2012, 59.)

$$KNL = K * N * L \quad (1)$$

jossa	<i>K</i>	käytettävyys	[%]
	<i>N</i>	nopeus eli suorituskky	[%]
	<i>L</i>	laatu	[%]

Käytettävyydellä tarkoitetaan suhdetta, kuinka tehokkaasti työaika on käytetty. Käytettävyyden määrittäminen pohjautuu teoreettiseen käyttöaikaan eli suunniteltuun työaikaan, josta on vähennetty taukoihin kuluva aika. Mittarissa huomioidaan myös seisakiaika eli aika, joka on kulunut erilaisiin tuotantokatkoksiin, kuten vaihtoaikoihin ja seisakkeihin. Käytettävyys K voidaan muodostaa yhtälöstä 2. (Järviö & Lehtiö 2012, 59; Sulzer Pumps Finland Oy 2012a.)

$$K = \frac{\text{käyttöaika}_{TEOR} - \text{seisakiaika}}{\text{käyttöaika}_{TEOR}} \quad (2)$$

Suorituskyky eli nopeus merkitsee tuotannon tehokkuutta tuotantomäärien avulla kuvattuna. Suorituskykyä määritettäessä huomioidaan maksimivaiheaika, valmistettu kappalemäärä ja todellinen käyttöaika. Maksimivaiheajalla tarkoitetaan aikaa, joka kuluu yhden kappaleen valmistamiseen. Todellinen käyttöaika merkitsee suunniteltua käyttöaikaa, josta on vähennetty taukoihin kuluvan ajan lisäksi tuotantokatkoksiin kulunut aika. Suorituskyky N muodostetaan yhtälöstä 3. (Sulzer Pumps Finland Oy 2012a.)

$$N = \frac{\text{vaiheaika}_{MAX} * \text{valmistunut kpl}}{\text{käyttöaika}_{TOD}} \quad (3)$$

Laadulla tarkoitetaan niiden kappaleiden lukumäärää, jotka voidaan toimittaa asiakkaille. Laadussa huomioidaan hylky eli susikappaleet. Laatuvirheet saadaan usein tietoon vasta asiakasreklamaatioiden kautta. Tähän voi mennä jopa kuukausia tuotteen valmistamisesta, mikä saattaa aiheuttaa tarvetta korjata jälkikäteen kuukausittain laskettavia OEE-lukuja. Laatu muodostetaan kaavalla 4. (Sulzer Pumps Finland Oy 2012a; Laine 2010, 23.)

$$L = \frac{\text{valmistuneet kappaleet} - \text{hylätyt kappaleet}}{\text{valmistuneet kappaleet}} \quad (4)$$

OEE-luku huomioi tuotantoon vaikuttavat tekijät monipuolisesti. Toisaalta mittarin heikkous on, ettei se huomioi mitenkään kustannuksia, ja saattaa siten johtaa väärin johtopäätöksiin. Esimerkiksi hylättävien laatuvirheellisten kappaleiden määrä voi näkyä OEE-luvun laatuosassa erittäin pienenä, mutta kappaleista saattaa muodostua suuret laatukustannukset. (Järviö & Lehtiö 2012, 137.)

Aikaisemmin mainitut kuusi suurta hävikkiä vaikuttavat olennaisesti OEE-lukuun. Konerikot ja viat sekä asetusajat heijastuvat käytettävyyteen. Pienet häiriöt ja alentunut nopeus aiheuttavat suorituskyvyn alenemista. Sarjanaloituksen aiheuttama hävikki ja laatuvirheet ilmenevät laadun alenemana. Laskettaessa OEE-luvun osatekijöitä saadaan siis viitteitä siitä, minkä hukkien vähentämiseen tulisi ensisijaisesti keskittyä. (Sulzer Pumps Finland Oy 2012a.)

5.2 MTBF-luku

MTBF-luku (Mean Time Between Failures) eli keskimääräinen vikaväli kertoo keskimääräisen ajan laitteen vikaantumiseen sen edellisestä alkuperäiseen kuntoon saattamisesta. MTBF-luvun käänteisluku on vikataajuus. MTBF-luku kertoo koneen käytettävyydestä, mutta se huomioi ainoastaan ennakoimattomat vikaantumiset, eikä esimerkiksi huoltojen aiheuttamaa hävikkiä tuotannossa. Tunnusluvun laskeminen koneelle vaatii pohjatiedoksi tarkkaa laitehistoriaa. MTBF-luku muodostetaan kaavalla 5. (Sulzer Pumps Finland Oy 2012a.)

$$MTBF = \frac{\textit{kokonaisaika}}{\textit{seisakkien lukumäärä}} \quad (5)$$

5.3 Häiriökorjaustyön osuus

Häiriökorjaustyön osuus kertoo, kuinka suuri prosentuaalinen osuus kaikesta huolto-kohteelle tehtävästä kunnossapitotyöstä on häiriökorjausta. Mikäli häiriökorjaustyön osuus kaikesta kunnossapitotyöstä on alle 20 %, voidaan yrityksen sanoa olevan maailman luokan tasoa. Alhainen häiriökorjaustyön osuus sallii keskittymisen prosessia parantaviin toimenpiteisiin. Häiriökorjaustyön osuus voidaan laskea kaavalla 6. (PSK 7501 2000, 4; Sulzer Pumps Finland Oy 2012b.)

$$\text{häiriökorjaustyön osuus} = \frac{\text{häiriökorjaustyö}}{\text{kunnossapitotyö}} \quad (6)$$

6 LÄHTÖKOHDAT

6.1 Hiekkavalimon valimoprosessi

Valimoprosessi alkaa sulatolla tapahtuvalla raaka-aineiden sulatuksella. Tämä tapahtuu yleisimmin induktio- ja valokaariuuneissa. Sulatettu metalli kuljetaan sulatolta valuosastolle kuljetussenkalla. Valuosastolla suuret kappaleet valetaan suoraan senkoista, kun taas pienempiä kappaleita valettaessa sula metalli kaadetaan ensin valuastiaan. (Meskanen & Höök, 2.)

Valamisessa tarvittavat valumallit ja keernalaatikot valmistetaan malliveistämöllä. Materiaalina käytetään yleensä puuta tai muovia. Valumalli koneistetaan työstökeskuksissa, kootaan ja maalataan. (Työterveyslaitos 2007.)

Hiekkakaavauksessa muottihiekkaseoksesta muotoillaan valumallien avulla tulenkestävät ja muotonsa säilyttävät muottipuoliskot valua varten. Muottihiekkaseos koostuu uudesta hiekasta, prosessista kierrätetystä hiekasta, sideaineista ja mahdollisesti tarvittavista lisäaineista. Kaavaus tapahtuu joko automaattilinjalla tai käsinkaavauksena. Yleensä kaavaus suoritetaan kaavauskehyksiin, joihin sijoitetaan valumallin puolikas ja hiekka sullotaan mallin ympärille. Kaavattu muotti peitostetaan eli sen sisäpinnat valetaan ohuella, tulenkestävällä kerroksella alkoholi- tai vesipohjaista peitosteainetta. Peitostettu muotti kuivataan uunissa, polttamalla tai vapaasti ilmassa kuivattaen. (Valimoinstituutti s.a.; Työterveyslaitos 2007.)

Peitostuksen jälkeen muotti kootaan valua varten. Muottiin asetetaan tarvittavat keernat ja muotti suljetaan. Keernat valmistetaan omilla osastoillaan erityisistä keernahiekoista. Valmiit muotit valetaan täyttämällä ne sulalla metallilla. Kun sula metalli on jähmettynyt, valut irrotetaan muotin sisältä työvaiheessa, jota kutsutaan purkamiseksi. (Meskanen & Höök, 2.)

Jäähtyneestä valukappaleesta poistetaan valukkeet eli valukanavistot ja syöttökuvut. Lisäksi valukappaleen pinnasta poistetaan muottimateriaalin jäänteet, sekä tasoitetaan kappaleen pinta. Tämän jälkeen kappale puhdistetaan ja tarvittaessa jälkikäsitellään esimerkiksi lämpökäsittelmällä, maalaamalla tai koneistamalla. Lisäksi pieniä valuvikoja voidaan korjata viimeistelyhitsauksella. Jälkikäsitelty kappale toimitetaan asiakkaalle. (Meskanen & Höök, 2 ja 10.)

Prosessissa käytetyt muotit ja keernat rikkoutuvat purkamisen aikana kokkareiksi, jotka murskataan pienemmiksi. Käytetty hiekka palautuu kiertohiekkana osaksi kaavausprosessia. Tarvittaessa kiertohiekka on puhdistettava eli elvytettävä ennen käyttämistä kaavaukseen. (Meskanen & Höök, 2.)

6.2 Pullakaavaus

Pullakaavauksessa eli kehyksettömässä kaavauksessa pullamuotti valetaan ilman metallista kehystä. Aluksi kaavattava pullamuotti täytetään normaalisti ja siirretään kuivumaan. Kuivumisen jälkeen pulla irrotetaan kehyksestään ja valu tapahtuu kehyksettömään muottiin.

Pullakaavauksessa kehyksettömyys luo omat haasteet tarvittavalle laitteistolle ja muotin suunnittelulle. Kehyksettömän muotin hiekankestävyyden ja seinämäpaksuuden muottiontelon ympärillä tulee olla riittävän vahvat prosessin onnistumiseksi. Pullakaavaus vaatii muotin siirtoa ja käsittelyä varten omat välineensä, sekä oman soveltuvan tyhjennysjärjestelmänsä, sillä muotti pehmenee valun jälkeen. (Nieminen 2010, 1.)

6.3 Pullalinja Karhulan valimolla

Karhulan valimon kehyksettömän kaavauksen eli pullakaavauksen linjalla valmistetaan kemiallisesti sidotun hiekan avulla alle 500 kilon valukappaleita. Linjan tuotantokapasiteetti on 1 000 tonnia vuodessa. Linjan koneet ovat pääasiallisesti peräisin 90-luvun loppupuolelta ja koneiden vioista aiheutuvia pieniä tuotantokatkoksia on viikoittain. Seisoessaan linjan aiheuttama tuotannonmenetys on laskettu olevan 128 euroa minuutissa. Linjan rakenne on kuvattu liitteessä 1. (Alapoikela 2013; Levander 2014; Kemppainen 2014.)

Pullakaavausprosessi alkaa mikseriltä eli sekoittimelta (1), joka sekoittaa hiekkalaitokselta tulevan hiekan hartsiin ja kovetteeseen. Laite koostuu sekoitusruuvista sekä sidosaineiden annostelun ja jakelun pumppaussysteemistä. Linjan vieressä sijaitsee korkeavarasto, josta kaavauksessa tarvittava malli saapuu mikserille. Malli täytetään hiekalla mikserin avulla. Täytön jälkeen malli siirtyy tärypöydälle (2), joka täryttää hiekan tasaisesti malliin. (Valimoinstituutti; Hulaj 2014.)



Kuva 1 Sekoitin eli mikseri

Tärypöydältä malli siirtyy tasausmanipulaattorille (3), joka tasaa mallin hiekkapinnan. Tasauksesta jäänyt ylijäämähiekka tippuu tunneliin liinakuljettimelle. Hiekka siirtyy kuljetinta pitkin elevaattoriin ja siitä hiekkalaatikkoon. (Hulaj 2014.)

Tasausmanipulaattorin jälkeen pulla kovettuu. Kovettumisaika on noin 24 minuuttia. Irrotus tapahtuu vasta kuivumisajan täytyttyä. Kuivuttuaan malli siirretään kääntöirrotuskoneeseen (4), jossa malli irrotetaan pullasta kääntämällä se ympäri. Irronnut malli jatkaa matkaansa korkeavarastoon tai uudelle kaavauskierrokselle. (Hulaj 2014.)



Kuva 2 Kääntöirrotuskone

Irrotettu pulla jatkaa matkaa peitostosmanipulaattoriin, jossa peitostetaan pullan valu-
 puoli vesipohjaisella peitosteaineella. Peitostettu pulla siirtyy kahteen peräkkäiseen
 kuivausuuniin, joissa peitoste kuivataan. Kuivausuunit ovat kiertoilmauuneja, joissa
 lämpötila on noin 80 astetta. (ÅF-Consult Oy 2013, 76; Hulaj 2014.)



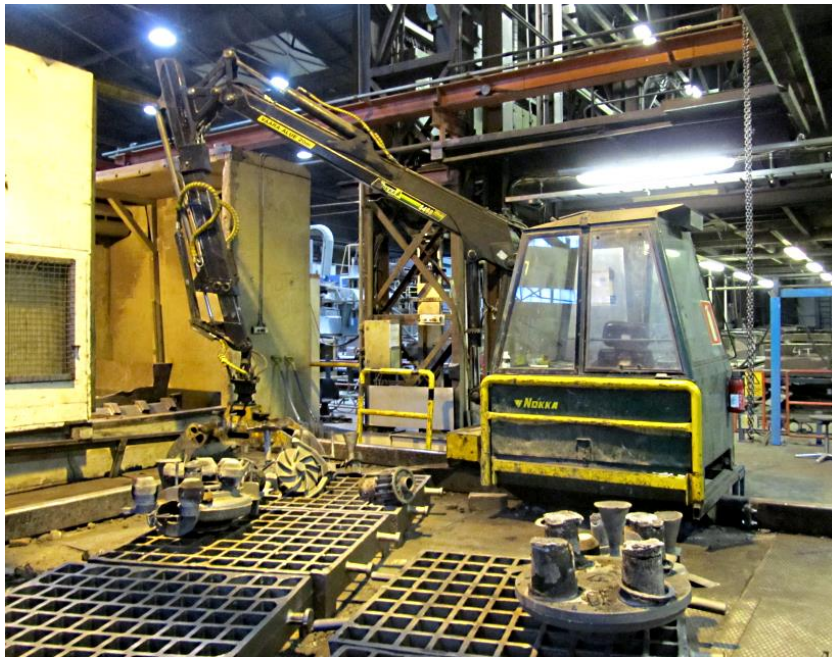
Kuva 3 Peitostosallas ja -manipulaattori

Pulla siirtyy uuneilta rataa pitkin kasauspaikalle. Kasauspaikalla pullaan laitetaan tarvittaessa keerna, joka saadaan kasauspaikalle korkeavarastosta. Keernat tehdään erillisellä keernapaikalla. Asetettava keerna tasapainotetaan tarvittaessa tiivistenauhalla. Koska pulla koostuu tässä vaiheessa vielä kahdesta puolikkaasta, lisätään kasauspaikalla pullan alapuoliskoon keernaliimaa. Kasauspaikalta pullan puolikkaat siirtyvät kasauskoneelle, jossa kasauskone nostaa tartuntaelintensä avulla pullan yläpuoliskon alapuoliskon päälle. Alemmassa puoliskossa on ohjaustapit, jotka ohjaavat puoliskot paikalleen. (Hulaj 2014.)



Kuva 4 Kasauslaite

Ramputuspaikalla pulla kiristetään rampulla eli hakaraudalla. Ramputuspaikalta pulla siirretään valuradalle ja valuun. Valun jälkeen valukappaleen annetaan jäähtyä muutama minuutti. Sen jälkeen valukappale siirretään jäähdytysradalle. Jäähdytynyt valukappale siirretään tyhjennyspaikalle, jossa tärypöytä täristää hiekkajäämät pois kappaleesta. Kappaleesta irronnut hiekka valuu tunnelin murskaimelle, joka murskaa hiekkapaakut. Murskattu hiekka siirtyy hiekanlähettäjien kautta ylijäämähiekkasiiloon, siitä käyttösiiloon ja takaisin käyttöön. Hiekasta tärytetty valukappale siirretään pois tärypöydältä irrotuskoneella eli ”nokkakoneella” valuralliin. Tämän jälkeen alihankkija siirtää kappaleen puhdistamorakennukseen puhdistukseen ja jälkikäsittelyihin. (Hulaj 2014.)



Kuva 5 Irrotuskone eli ”nokka” ja tyhjennyskoppi

7 TYÖN TOTEUTUS

Työ aloitettiin arvioimalla vikaantuessaan valimoprosessin kannalta kriittisimmät huoltokohteet. Tärkeänä kriteerinä kohteiden valitsemiselle oli, että niihin voitaisiin soveltaa käyttäjähuoltoja. Tämä rajasi pois suuren riskin huoltokohteet ja koneet, joiden huolto perustui sähkökunnossapidolle. Tällaisia kohteita olivat esimerkiksi kuivausuunit.

7.1 Kohteiden valintaprosessi

TPM-kohteiden valintaa varten tutustuttiin tuotannon avainkoneiden ja -linjojen vikaan historiaan. Yleensä tuotantolaitosten vikahistoria saadaan laitoksen kunnossapitojärjestelmästä. Vikahistorian tutkiminen edetessä kävi kuitenkin ilmi, että valimon kunnossapito-osaston käytössä olevassa kunnossapitojärjestelmässä oli käytettävyysoongelmia, jotka ohjasivat dokumentointivaiheessa kunnossapitohenkilöstöä vääränmuotoisiin häiriökirjauksiin. Järjestelmän käytettävyysongelma ilmeni pääasiallisesti epärealistisen pitkiksi kirjautuneina seisokkiaikoina. Näin kirjattujen häiriötietojen perusteella ei voitu muodostaa luotettavia tunnuslukuja, joten vikahistorian tutkiminen laajennettiin haastatteluihin ja tuotannonohjauksellisten dokumenttien tutkimiseen.

Vikahistorian tutkimisen edetessä esiin nousi kehyksettömän kaavauksen linja eli pullalinja. Pullalinjalla tapahtuvat tuotantokatkokset ja niiden kestot dokumentoidaan tuotannon näkökulmasta päivittäin valimon verkkolevyllä sijaitsevaan kaavauksen seurannan tiedostoon. Kaavauksen seurannasta saatua informaatiota käytetään tuotannon seurantaan ja suunnitteluun. Seurannassa raportoidaan myös häiriöiden ja huoltojen aiheuttamat tuotantokatkokset sekä niiden syyt tuotannon ymmärtämällä tavalla. Tätä materiaalia voitiin käyttää apuna tuotannon kannalta tärkeän linjan tuotantokosten selvittämiseen

7.2 Valitut TPM-kohteet

Kunnossapitojärjestelmän vikahistorian sisältämien puutteiden vuoksi kaavauksen seurannasta saatu data osoittautui TPM-prosessia suunniteltaessa arvokkaaksi. Kaavauksen seurannan avulla keskityttiin tutkimaan pullalinjan eniten vikaantuvia huoltokohteita. Dataa vuodelta 2013 analysoitaessa pullalinjalta nousi esiin neljä selvästi eniten vikaantuessaan aikaa vievää kohdetta: nokkakone, mikseri, siirtovaunut ja peitostuspaikka. (Saareks 2014.)

Nokkakoneen eli irrotuskoneen korjauksiin käytetty aika vuonna 2013 erottui selvästi suurempana kuin useimmissa muissa kohteissa. Vikaantumisen analysoinnin teki kuitenkin hankalaksi se, että analysoitava vikatieto oli peräisin käyttäjiltä, ei kunnossapitajilta. Monessa tuotantokatkostilanteessa kaavauksen seurantaan oli merkitty ainoastaan ”nokkakoneessa olevan vikaa”. Tarkempia tietoja muun muassa hydraulikkaletkujen vuodoista saatiin kuitenkin haastattelemalla mekaanisen kunnossapidon työntekijöitä. (Saareks 2014.)

Hiekansekoitin eli mikseri kärsi vuoden 2013 kaavauksen seurannan perusteella käynnistysongelmista, tukoksista, kiinnityspulttiongelmissa ja turvakytkimen rikkoutumisista. Mikseri on eräs linjan vaativimmista huoltokohteista. Erityisen hankalaa koneen huoltamisesta tekee koneen osiin kertyvä hiekka, mikä vaatii säännöllistä puhdistamista. (Saareks 2014.)

Pullalinjalla on yhteensä kolme siirtovaunua, joille jokaiselle on olemassa oma ennakkohuolto-ohjelmansa ja vikahistoriansa. Kaavauksen seurannassa näiden vaunujen aiheuttamia käyttökatkoksia ei ole eroteltu vaunukohtaisiksi, vaan ilmeisesti tuotannon seurannallisesta näkökulmasta katsottuna vaunujen viat on niputettu yhteen. Näin ol-

len vikaantumista ei voida kohdistaa tiettyyn vaunuun. Kuitenkin lähes kaikki dokumentoidut viat koskivat rajakytinongelmia. (Saareks 2014.)

Neljäntenä pullalinjan seisakkien aiheuttajana tilastoissa esiintyi peitostuspaikka. Eniten vikoja esiintyi peitostepumpussa, jonka kanssa on ollut ongelmia säännöllisesti. Ongelmia on aiheuttanut pääasiallisesti pumpun sihdin tukkeutuminen. Tätä on yritetty ehkäistä sihdin puhdistamisella. (Saareks 2014; Hulaj 2014.)

7.3 Mittareiden tarkastelu

Pullalinjaa tutkittiin ennen käyttäjähuolto-ohjeiden laatimista erilaisten tunnuslukujen avulla. Puutteellisten laitehistoriatietojen takia linjan koneille ei laskettu konekohtaisia OEE-arvoja, vaan linjalle laskettiin koko linjaa koskeva OEE-luku kaavauksen seurannasta saatujen tietojen perusteella. Linjan OEE-lukua määritettäessä teoreettisena käyttöaikana pidettiin 31 tuntia viikossa eli 6,2 tuntia vuorokaudessa. Kappaleen kuivumisajaksi arvioitiin 24 minuuttia, jolloin 10 vaihetta sisältävällä linjalla maksimivaiheajan katsottiin olevan 2,4 minuuttia. Linjalla tuotettavaksi kappaleiksi katsottiin kaavauksen seurannan mukaisesti muotin puolikkaat, ei kokonaiset muotit. Syksyllä 2014 eräällä viiden viikon jaksolla saatiin seuraavassa taulukossa esitetyt viikkokohtaiset OEE-luvut tämän työn luvussa 5.1 ”OEE” käytettyjen kaavojen avulla. (Hulaj 2014.)

Taulukko 1. OEE-luku viiden viikon jaksolla ennen käyttäjähuoltojen aloittamista.

Viikko	Käytettävyys K	Suorituskyky N	Laatu L	OEE-luku
I	79,0 %	57,0 %	94,8 %	42,7 %
II	85,2 %	54,8 %	96,7 %	45,1 %
III	87,1 %	51,6 %	93,3 %	41,9 %
IV	81,7 %	52,9 %	93,0 %	40,2 %
V	83,9 %	55,2 %	95,1 %	44,0 %

Esitetyllä tarkastelujaksolla linjan OEE-luku on keskimäärin 42,8 %. Sulzerin oman koulutusmateriaalin mukaan yksittäiset koneet työskentelevät tyypillisesti vain 17–40 % kokonaiskäytettävyydestään ennen TPM:n käyttöönottoa. TPM-prosessin pyrkimyksenä on päästä jatkuvalla parantamisella yli 85 prosentin OEE-lukuun, jonka katsotaan olevan maailmanluokan tasoa. (Sulzer Pumps Finland Oy 2012a.)

Kyseisellä jaksolla kolmesta OEE-lukuun vaikuttavasta tekijästä selvästi alhaisimpia arvoja saatiin suorituskyvylle. Tämän voidaan katsoa viittaavan ongelmiin pienten häiriöiden ja prosessin alentuneen nopeuden kanssa. Kaavauksen seurannasta saadut tuotantokatkosten kestot ja tyypit viittaavat samaan. TPM-prosessissa laadittava käyttäjähuolto-ohjelma ehkäisee juuri tällaisia hukkia. (Sulzer Pumps Finland Oy 2012a.)

7.4 Käyttäjahuolto-ohjeiden laadinta

Käyttäjahuolto-ohjeiden laadinta aloitettiin tutkimalla kunnossapitojärjestelmään dokumentoituja kunnossapitohenkilöstön vastuulla olevien ennakkohuoltojen ohjeita. Pullalinjan ennakkohuollot toteutetaan kerran kuussa, yleensä kuun viimeisenä perjantaina pidettävänä erityisenä huoltopäivänä. Tällöin linjalla ei ole tuotantoa, vaan kunnossapito suorittaa tarvittavat huoltotoimenpiteet. Huoltopäivää edeltävänä päivänä käyttäjät siivoavat linjan perusteellisesti työpäivän päätteeksi. Käyttäjille on jo nykyisellään kuulunut myös tiettyjä päivittäisiä ja viikoittaisia siivoustoimenpiteitä, joita ei ole kuitenkaan ohjeistettu kirjallisesti ja joiden toteutumista ei ole dokumentoitu tai raportoitu.

Käyttäjahuoltoja pohdittaessa tutustuttiin linjan huoltopäivään ja haastateltiin paikalla olleita käyttäjiä heidän nykyisestä roolistaan huoltopäivien ja siivousten yhteydessä. Saatuja tietoja verrattiin mekaanisen kunnossapidon vastuulla oleviin ennakkohuoltoihin. Vertailun pohjalta laadittiin kohteittain karkea yhteenveto uusista käyttäjahuolloista. Tämän pohjalta kullekin koneelle laadittiin konekohtainen lista, jossa kuvattiin koneen vaatimat tarkastukset, siivoukset ja huollot.

8 TULOKSET

Työn tuloksena laadittiin käyttäjähuolto-ohjeet pullalinjan kriittisimpiä koneita ja laitteita painottaen. Käyttäjähuoltojen suunnittelu osoittautui haastavaksi hiekkakaavauksessa leviävän hiekan määrän takia. Hiekka hankaloittaa koneiden, erityisesti mikserin huoltoa ja siistinä pitämistä. Toisaalta kaavauksen häiriöitä tutkittaessa myös selvisi, että juuri suurpiirteinen siivous saattoi olla merkittävänä osasyynä moniin häiriöihin. Siivouksen yhteydessä kaavaushiekkana käytettävästä, merenpohjasta peräisin olevasta kvartsihiekkasta nousee helposti ilmaan kvartsipölyä, joka jää leijumaan ilmaan pitkäksikin aikaa. Kvartsipöly voi aiheuttaa voimakkaassa pitkäaikaisaltistuksessa aiheuttaa kivipölykeuhkosairauden eli silikoosin. Tämän vuoksi on tärkeää, että hiekan siivous tapahtuu imuroimalla, eikä esimerkiksi harjaamalla, jolloin pölyä nousee ilmaan helpommin. Tämän takia esimerkiksi mikserin puhdistaminen ja tunneleissa siivoaminen vaativat hengityssuojaimen käyttöä. (Työturvallisuuskeskus 2008, 9; Tatti 2014.)

8.1 Käyttäjähuolto-ohjeiden rakenne

Pullalinjan käyttäjähuolto-ohjeet laadittiin painottamaan peruspuhdistuksen ja silmä-
määräisen tarkastuksen tärkeyttä. Ohjeistus laadittiin linjan kymmenelle kohteelle ja kohdekokonaisuudelle. Käyttäjähuoltojen suorittamisväliksi sovittiin viikko kaavaamon ja sulaton valmistuspäällikön, kunnossapidon edustajan sekä linjan työnjohtajan kanssa pidetyssä palaverissa. Työntekijöille varattiin viikoittain toistuva aika huoltojen suorittamiseksi perjantai-iltapäivinä, jotta käyttäjähuollot häiritsisivät mahdollisimman vähän varsinaista tuotantoa.

Käyttäjähuolto-ohjeet sisälsivät komponenttikohtaiset ohjeet käyttäjähuollon toteuttamiseksi ja tarkastuslistan. Jokaisessa ohjeessa neuvotaan ennen töiden aloittamista varmistamaan, että kone on lukittu ”SEIS”-asentoon. Jokaisen ohjeen lopuksi neuvotaan tarkastamaan mahdollisten painikkeiden ja merkkivalojen toimivuus. Ohjeiden lopussa on seuraavan kuvan mukainen tarkastuslista, jonka avulla käyttäjä kirjaa huomionsa ja mahdolliset poikkeamat koneen toiminnassa.

TPM- tarkistuslista 02-46 Kasauslaite		SULZER Sulzer Pumps		
Alue	Kysymys	Kyllä	Ei	Poikkeavan kohteen nro ja kommentit
Peruspuhdistus	Onko radasto puhdas?			
Keskityselimet	Onko piikkien kunto hyvä?			
Hydrauliikka- piiri	Onko hydrauliikkapiirissä vuotoja?			
Sähkö	Toimivatko merkkivalot?			
	Toimivatko kytkimet ja painikkeet?			
Muuta	Onko muuta normaalitilanteesta poikkeavaa?			

Tekijä: _____ Pvm: _____

MyPresentation <Copyright © Sulzer Pumps> | slide

Kuva 6 Esimerkki käyttäjähuolto-ohjeiden tarkastuslistasta

Jatkossa koneiden käyttäjät tekevät käyttäjähuollot ennalta määrätyn väliajoin heille annetun koulutuksen perusteella. Tarkastuksessa käytetään apuna koneiden läheisyyteen sijoitettuja käyttäjähuoltokansioita, jotka pitävät sisällään konekohtaiset ohjeet ja huoltokohteen tarkastuslistat. Tarkastusvastuussa oleva käyttäjä merkitsee havaitsemansa poikkeamat kyseisen kohteen tarkastuslistaan. Tarkastuslista kiinnitetään kunnossapitotaululle, josta ennalta määrätty kunnossapitohenkilö noutaa sen arvioidakseen tarvittavat kunnossapitotoimenpiteet. Kriittiset ja kiireelliset poikkeamat ilmoitetaan välittömästi suoraan kunnossapitoon.

8.2 Konekohtaiset ohjeet

Käyttäjähuolto-ohjeista laadittiin mahdollisimman yksinkertaiset ja selkeät. Ohjeiden tarkoituksena on myös auttaa uusien käyttäjien opastuksessa käyttäjähuoltojen suorittamiseen. Liitteessä 2 on esitetty esimerkki laaditusta käyttäjähuolto-ohjeesta. Seuraavassa esitellään eri kohteille suunniteltuja käyttäjähuoltoja.

8.2.1 Sekoittaja eli mikseri ja tärypöytä

Sekoittaja eli mikseri on käyttäjähuolloiltaan linjan suuritöisin. Huoltokierros aloitetaan tarkastamalla koneen suoja- ja turvalaitteiden toiminta. Ennen kuin sekoittimen kouru voidaan avata turvallisesti, tulee estää vahinkokäynnistys katkaisemalla koneen sähkönsaanti. Avatusta kourusta poistetaan kovettunut hiekka taltan ja vasaran avulla. Hiekka tulee poistaa erityisen hyvin poistoaukon ja lisäainesuppiloiden rei'istä, joihin hiekkaa kertyy yleensä eniten. Lisäksi hartsi- ja kovetereiat puhdistetaan huolellisesti. Puhdistuksen yhteydessä tarkastetaan vuorauspeltien kunto mahdollisten repeämien varalta ja tarkastetaan sekä puhdistetaan koneen sulkusyöttöpelti. Kourun puhdistuksen päätteeksi kouru suljetaan ja varmistetaan, että turvapysäyttimet ovat käyttövalmiit.



Kuva 7 Mikserin siipien puhdistus (Helynen 2014)

Mikserin sekoitussiipiin kertynyt kovettunut hiekka poistetaan niin ikään taltalla ja varalla, lukuun ottamatta siipien etu- ja yläpuolta, joiden kulumista ehkäisevä metallipinta saattaa vahingoittua. Sekoitussiipien kulumisen tarkastetaan siipijigillä eli siiven tarkastusaihiolla.

Käyttäjähuoltojen yhteydessä tarkastetaan myös mikserin tyhjennysputki eli ”tyhjennysaukko”. Tämä tapahtuu tarkastamalla putken imuletkujen kunto ja imukyky. Lisäksi lisäaineetkut tarkastetaan silmämääräisesti vuotojen varalta

Mikserin työskentelytasot, ympäristö ja radasto siivotaan hiekasta sekä kokkareista imuroimalla. Hiekka voi radaston alle kertyessään haitata rullien toimintaa ja aiheuttaa rullien kulumista. Siivouksen yhteydessä poistetaan ylimääräiset tavarat. Pumppukaappiin kertynyt hiekka imuroidaan ja tarkastetaan samalla mahdolliset piirivuodot.

Tärypöydän käyttäjähuolto aloitetaan imuroimalla tärypöydän alle kertynyt hiekka. Kerääntynyt hiekka voi haitata tärypöydän toimintaa, mikä vaikuttaa heikentävästi kappaleiden laatuun. Imuroinnin yhteydessä puhdistetaan lisäksi tärypöydän radaston moottori ja ketjut hiekasta.

8.2.2 Radat (osa 1) ja kääntöpöydät

Linjaan liittyvät radastot ovat laaja huoltokokonaisuus, joka päätettiin jakaa kahdeksi erilliseksi ohjeeksi. Ratojen ensimmäisen osan huolto-ohjeet käsittävät linjan radaston alkupään ja siihen liittyvien kääntöpöytien huollot. Huoltokierros aloitetaan siivomalla radastoille ja kääntöpöydille sekä niiden ympäristöön kertynyt hiekka. Ratojen päässä olevat hiekkalaatikot imuroidaan tyhjäksi. Siivouksen yhteydessä tarkastetaan silmämääräisesti ratojen rullien kunto. Lisäksi tarkastetaan kääntöpöytien hydraulikkapiiri mahdollisten vuotojen varalta.

8.2.3 Elevaattori ja kuljetusliinat

Elevaattori nostaa tunneliin kerääntyneen hiekan hiekkalaatikoihin. Tunnelin ympäristö puhdistetaan hiekasta imuroimalla. Samalla poistetaan tunneliin mahdollisesti kertyneet ylimääräiset esineet. Tunnelissa sijaitsevan kuljetusliinan alle kerääntyy helposti hiekkaa, joka tulee imuroida pois liinan jumiutumisen estämiseksi. Siivouksen yhteydessä liinalle suoritetaan silmämääräinen kuntotarkastus mahdollisten repeäminen varalta. Lisäksi tarkastetaan liinan ohjausrullien kunto.



Kuva 8 Elevaattorin tunneliin kertyy helposti hiekkaa, joka voi haitata koneen toimintaa

8.2.4 Kääntöirrotuskone

Kääntöirrotuskoneen käyttäjähuollot aloitetaan imuroidamalla koneen ympäristö. Koneen vieressä sijaitseva venttiili puhdistetaan huolellisesti ja tarkastetaan samalla silmämääräisesti. Siivouksen yhteydessä poistetaan ylimääräiset tavarat koneen ympäristöstä.

Kääntöirrotuskoneen yläosassa sijaitsee hihna, jonka kunto tarkastetaan silmämääräisesti mahdollisten repeämien varalta. Lisäksi tarkastetaan, että koneen alaosassa olevat rullat ovat kireät ja ehjät. Koneen hydraulikkapiiri tarkastetaan silmämääräisesti vuotojen varalta. Hydraulikkakoneikon säiliön öljymäärä tarkastetaan tarkastussilmään piirretyn öljyn oikeaa tasoa kuvaavan mustan viivan avulla.

8.2.5 Peitostusmanipulaattori

Peitostusmanipulaattorin lamellikuljettimelta poistetaan ylimääräinen peitoste ja imuroidaan ylimääräinen hiekka kuljettimelta ja koneen ympäristöstä. Manipulaattorin

tartuntaelimistä eli kädälistä poistetaan ylimääräinen peitoste. Lisäksi kädälien tartuntapiikkien kunto tarkastetaan silmämääräisesti.

Peitosteletkujen ja venttiilien kunto tarkastetaan silmämääräisesti ainevuotojen varalta. Peitosteallas puhdistetaan peitostekokkareista ja muista roskista, jotka voivat vahingoittaa peitostepumppua. Pumpun sihdit puhdistetaan päivittäin tukosten ehkäisemiseksi ja tarkastetaan silmämääräisesti, että sihtiverkko on ehjä. Lisäksi hydraulikkapiiri tarkastetaan vuotojen varalta.

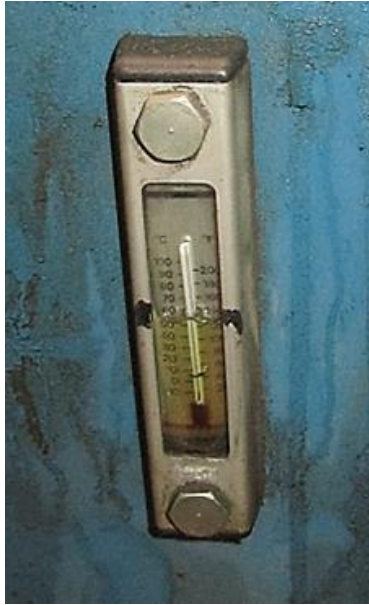
8.2.6 Kasaupaikan radat (osa 2)

Kasaupaikan radoille suoritetaan linjan alkupään ratojen tapaan siivous ja radaston rullien silmämääräinen tarkastus. Radaston hiekkalaatikot tyhjenetään imuroimalla. Hydraulikkapiiri tarkastetaan silmämääräisesti vuotojen varalta.

8.2.7 Kasaukone

Kasaukoneella koneen siirtorullien väliin ja radaston alle kertyy helposti hiekkaa. Kertynyt hiekka imuroidaan pois radastolta ja lattioilta. Lisäksi koneen ympäristöstä poistetaan ylimääräiset tavarat ja roskat. Koneen toiminnan kannalta on tärkeää, että kertynyt hiekka imuroidaan pois säännöllisesti.

Kasauksessa kone tarttuu pullaan tartuntaelimien piikeillä. Huoltokierroksella käyttäjä tarkastaa piikkien kunnan ja ilmoittaa piikkien liiallisesta kulumisesta tai mahdollisesta irtoamisesta kunnossapidolle. Lisäksi käyttäjä tarkastaa koneen hydraulikkapiirin mahdollisten vuotojen varalta ja hydraulikkakoneikon öljyn määrän tarkastussilmään merkityn, oikeaa öljymäärää osoittavan tussimerkinnän avulla.



Kuva 9 Hydrauliiikkakoneikon öljysäiliön tarkastussilmään on merkitty viiva merkitsemään oikeaa öljytasoa

8.2.8 Siirtovaunut

Siirtovaunut ja niiden liikkuma-alue puhdistetaan mahdollisista kokkareista. Vaunun alusta puhdistetaan hiekasta imuroimalla. Lisäksi vaunun rullien kunto tarkastetaan silmämääräisesti.

8.2.9 Tyhjennyskone eli nokkakone ja tyhjennyskoppi

Tyhjennyskoneen ympäristö ja tyhjennyskoppi siivotaan kokkareista ja metallijämistä. Samalla tyhjennetään metallirojulaatikko. Tyhjennyskoneen hydrauliiikkakoneikko ja hydrauliiikkapiiri tarkastetaan silmämääräisesti. Lisäksi hydrauliiikkakoneikon öljyn määrä tarkastetaan tarkastussilmään merkityn, oikeaa öljytasoa kuvaavan viivan avulla.

8.2.10 Tyhjennyspaikan tunneli

Tyhjennyspaikan tunneli tyhjennetään elevaattorin tunnelin tapaan imuroimalla ja poistamalla tunnelista ylimääräiset esineet. Hiekan ja pölyn säännöllinen siivoaminen tunnelista on erityisen tärkeää, jotteivät tunnelissa toimivien lähettäjien ja murskaimen toiminta häiriinny. Käyttäjähuoltojen yhteydessä tarkastetaan, ettei lähettäjissä ole hiekkavuotoja.

8.3 Käyttäjien koulutus

Valmiit käyttäjähuolto-ohjeet esiteltiin ja opastettiin linjan työntekijöille koko työpäivän kestäneessä koulutuksessa. Koulutuksessa kerrottiin käyttäjähuoltojen ideasta, hyödyistä ja vaatimuksista. Samalla käyttäjiä opastettiin lisäämään kaavauksen seurantaan kirjattaviin seisakkitietoihin vikaantuneen kohteen konenumero, jotta konekohtaiset vikaantumiset olisivat helpommin jäljitettävissä.

Teoriaosuuden jälkeen käyttäjät kävivät kohteet läpi kunnossapidon edustajan opastuksella. Opastuksen jälkeen käyttäjät toteuttivat huoltokierroksen käyttäjähuolto-ohjeiden mukaisesti ja kirjasivat tehdyt havainnot ohjeiden mukana saadulle lomakkeelle. Kierroksen aikana havaittiin esimerkiksi kasauskoneen katkennut pultti, joka olisi havaitsematta jäädessään voinut aiheuttaa myös komponentin muiden pulttien katkeamisen. Tämä olisi tapahtuessaan aiheuttanut tuotantokatkoksen. Lisäksi havaittiin muun muassa, että eräästä kuljetushihnasta oli irronnut pala ja että kääntöirrotuskoneen hydraulikkakoneikossa oli öljyvuoto. Huoltokierroksen jälkeen kierroksen tulokset käytiin läpi yhdessä käyttäjien ja kunnossapidon edustajan kanssa.

Käyttäjät osallistuivat koulutuspäivänä sekä huoltokierrokseen että tulosten läpikäyntiin aktiivisella ja kehittäväällä otteella. Huoltokierroksen aikana he pohtivat yhdessä kunnossapidon edustajan kanssa mahdollisia vikaantumissyitä ja esittivät ohjeiden kehittämiseen liittyviä huomioita. Käyttäjien aktiivisuus ja yhteistyö kunnossapidon kanssa luovat hyvän pohjan käyttäjähuoltojen aloittamiselle.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Linjan vikaantumisen ja TPM-prosessiin liittyvien tunnuslukujen tutkiminen osoittautui huomattavasti suuremmaksi työksi, mitä työn aikataulussa oli suunniteltu. Työn alkuvaiheessa ilmeni kunnossapitojärjestelmään liittyviä käytettävyyss- ja dokumentaatio-ongelmia, joita yritettiin ratkoa työn edetessä huonoin tuloksin. Lopulta päädyttiin käyttämään tuotannonohjauksellista kaavauksen seurannan dokumenttia, jonka sisältämät tiedot eivät kuitenkaan korvaa oikeellisesti kirjattua vikahistoriaa. Niinpä kriittisesti tarkastellen tässä lasketut OEE-arvot eivät sisällä absoluuttista totuutta linjan kokonaiskäytettävyydestä, mutta antavat siitä vahvan viitteen. Saatavilla olleen kohdetiedon avulla sekä käyttäjä- ja kunnossapitäjähaastatteluin kyettiin kuitenkin luomaan hiekkavalimon olosuhteisiin sopivat käyttäjähuolto-ohjeet.

Ohjeiden kouluttaminen käyttäjille sujui erittäin hyvin ja jo koulutukseen liittynyt huoltokierros toi havaintoja, jotka mitä luultavimmin kunnossapito-osastolle tietoon saatettaessa ennaltaehkäisivät suuria vikakorjauksia. Käyttäjahuollot auttavat käyttäjiä tunnistamaan mahdollisia vikoja ja tuntemaan koneensa paremmin. Tämä tulee epäilemättä vähentämään linjaa vaivanneita pieniä vikoja. Lupaavasti sujunut käyttäjäkoulutus antoi erinomaisen pohjan huoltojen varsinaiselle aloittamiselle. Edessä on kuitenkin vielä haastavin osuus eli kuinka saada huollot osaksi viikoittaista työskentelyrutiinia.

Työn edetessä korostui, kuinka tärkeää on saada koko organisaatio sitoutumaan TPM-prosessiin. Koska tässä työssä keskityttiin TPM-prosessin kuntovaiheeseen, ei työn puitteissa kyetä tarkastelemaan käyttäjien ja kunnossapitäjien sitoutumista prosessiin tai sen vaikutuksia tuotannon kokonaistehokkuuteen tunnuslukujen muodossa, mikä olisi ollut erittäin mielenkiintoista. Kehyksettömän kaavauksen linjan TPM-prosessi on nyt kuitenkin saatettu alkuun ja varsinaiset tulokset selviävät vasta pidemmän aikavälin seurannassa.

LÄHTEET

Alapoikela, I. 2012. Karhula Foundry [valimon sisäinen esittelymateriaali].

Hulaj, L. Lokakuu 2014. Suullinen tiedonanto. Kotka: Sulzer Pumps Finland Oy [mekaanisen kunnossapidon työntekijä].

Ihalainen, E., Aaltonen, K., Aromäki, M. & Sihvonen, P. 2005. Valmistustekniikka. 11., muuttumaton painos. Helsinki: Otatieto.

Helynen, H. 2014. Karhulan valimon riskitauluja varten otetut kuvat [vain yrityksen sisäiseen käyttöön].

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito – tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 5., uudistettu painos. Helsinki: KP-Media Oy.

Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus. 2008. Ympäristölupapäätös A 1135; Dnro KAS-2003-Y-111. Sulzer Pumps Finland Oy:n Karhulan valimo. Saatavissa: www.ymparisto.fi/download/noname/%7BA9D62E56-5FC6-4327-9941-B6418743C355%7D/82328 [viitattu 20.11.2014].

Kemppainen, J. Lokakuu 2014. Suullinen tiedonanto. Kotka: Sulzer Pumps Finland Oy [valimon kunnossapitopäällikkö].

Laine, H. 2010. Tehokas kunnossapito. 1. painos. Kerava: KP-Media Oy.

Levander, J. 1.12.2014. Sähköpostikeskustelu [Karhulan valimon valimopäällikkö].

MCS Oy. 2012. Leaniksi – Lean-sanasto –www-sivut. Saatavissa: <http://leaniksi.fi/lean-sanasto/> [viitattu 20.11.2014].

Meskanen, S. & Höök, T. s.a. Hiekkavalimon valimoprosessi. Saatavissa: http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/hiekkavalimon_valimoprosessi.pdf [viitattu 20.11.2014].

Niemi, P. 2010. Muotti- ja valutekniikka. Pullakaavaus. Saatavissa: http://www.valuatlas.fi/tietomat/koosteet/muottijavalu_tao/mujava_19.html [viitattu 20.11.2014].

Opetushallitus. s.a.a. Kunnossapidon seurannan tunnusluvut –www-sivut. Saatavissa: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_3-4_kunnossapidon_seurannan_tunnusluvut.html [viitattu 20.11.2014].

Opetushallitus. s.a.b. Tuottava kunnossapito –www-sivut. Saatavissa: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_5-4_tuottava_kunnossapito.html [viitattu 20.11.2014].

Productivity Press Development Team. 1996. TPM for Supervisors. Boca Raton: CRC Press.

PSK 6201. 2003. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. Helsinki. PSK Standardointi.

PSK 7501. 2000. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. Helsinki: PSK Standardointi.

Saareks, K. 2014. Kaavauksen seurannan analyysi -taulukko [vain yrityksen sisäiseen käyttöön].

SFS-EN 13306. 2010. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. 2. painos. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry.

Sulzer Ltd. 2014. Annual Report 2013. Saatavissa: http://www.sulzer.com/en/-/media/Documents/Corporate/Investors/Reports/2013/ar_2013/Sulzer_Annual_Report_2013.pdf [viitattu 22.11.2014].

Sulzer Pumps Finland Oy. 2012a. Overall Equipment Effectiveness (OEE). Poista 6 hävikkiä [vain yrityksen sisäiseen käyttöön].

Sulzer Pumps Finland Oy. 2012b. Total Productive Maintenance (TPM). Kokonaisvaltainen tuottavuuden ylläpito - Tiimitoiminnalla laitteistojen tehokkaaseen käyttöön [vain yrityksen sisäiseen käyttöön].

Tatti, J. 5.11.2014. Suullinen tiedonanto. Kotka: Sulzer Pumps Finland Oy [työsuoje-
luvaluutettu].

Työterveyslaitos. 2007. Kamat-tietokortti. Valimotyö: malliveistämöt, hiekanvalmis-
tus, keernanteko, kaavaus. Saatavissa:

<http://www.ttl.fi/partner/kamat/tietokortteihin/Documents/Valimotyö.pdf> [viitattu
20.11.2014].

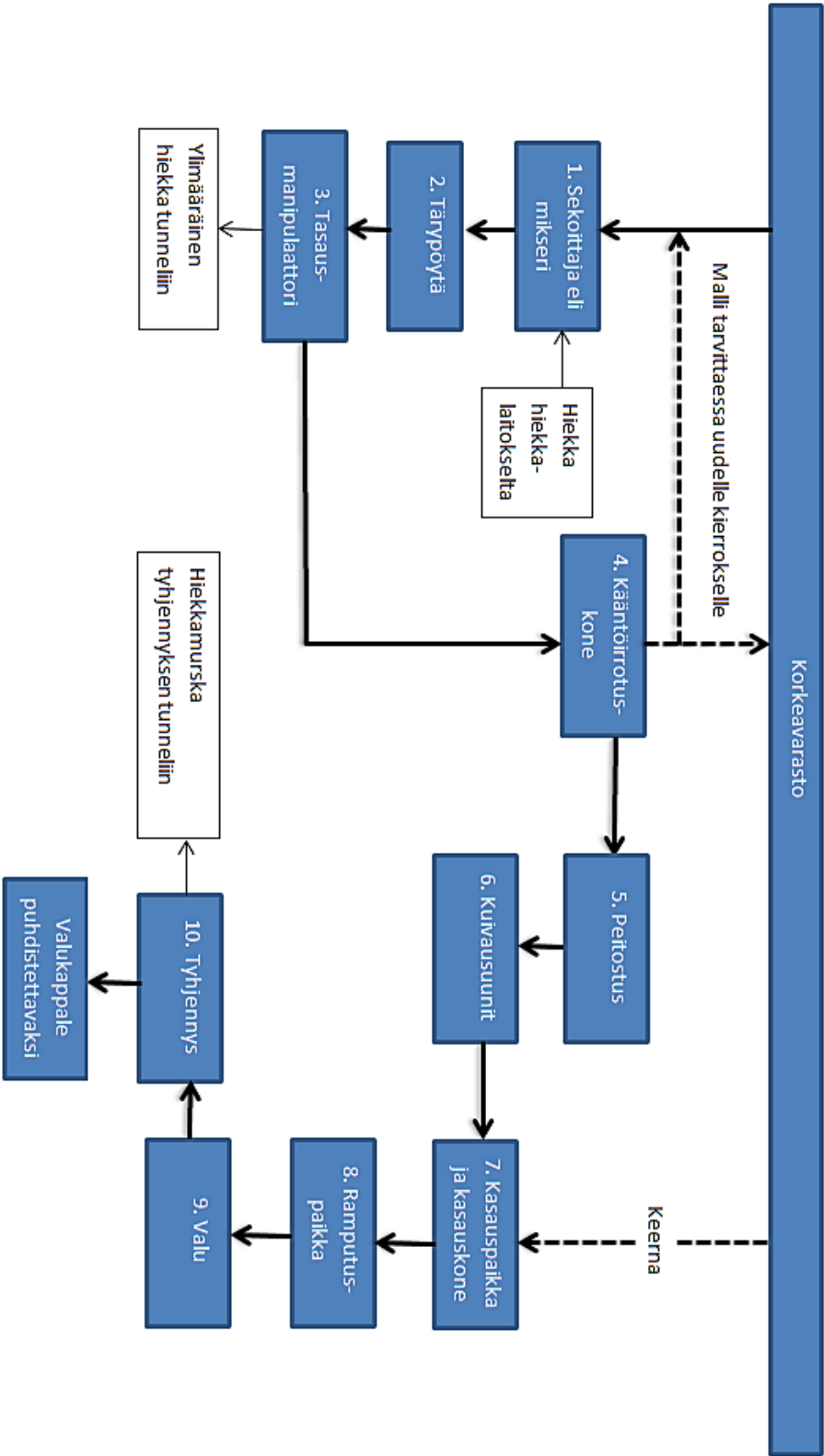
Työturvallisuuskeskus. 2008. Hiekkapöly pois keuhkoista. Kvartsihiekan oikea käsit-
tely. Saatavissa: http://www.tyoturva.fi/files/2469/Hiekkapoly_poissa_keuhkoista.pdf
[viitattu 21.11.2014].

Valimoinstituutti. s.a. CastWord –www-sivusto. Saatavissa:

<http://www.valuatlas.fi/castword.php> [viitattu 20.11.2014].

ÅF-Consult Oy. 2013. Sulzer Pumps Finland Oy, Teollisuuden energia-analyysi [vain
yrityksen sisäiseen käyttöön].

Kehyksettömän kaavauksen linjan rakenne



Peitostusmanipulaattorin TPM- käyttäjähuolto-ohjeet

SULZER
Sulzer Pumps

- Kohdekohtaiset huolto- ja tarkistus ohjeet

- Tarkistuslistat

Huom!

Ennen huoltokierroksen aloitusta katkaise virrat, laita lukko ja "Älä kytke"-kyltti ohjaustauluun!



MyPresentation -Copyright© Sulzer Pumps- | slide 1

Suoja- ja turvalaitteet, kohde 1

SULZER
Sulzer Pumps

- Tarkista ennen työn aloittamista, että päävirtakatkaisija on 0-asennossa



MyPresentation -Copyright© Sulzer Pumps- | slide 2

Lamellikuljettimen ja kypälien siivous ja silmämääräinen tarkastus

SULZER
Sulzer Pumps

- Poista ylimääräinen peitoste kuljettimelta ja kypälistä
- Poista kuljettimelle mahdollisesti jäänyt hiekka imuroimalla



MyPresentation - Copyright © Sulzer Pumps - | slide 2

Piikkien kuntotarkastus

SULZER
Sulzer Pumps

- Tarkista piikkien kunto silmämääräisesti
- Jos huomaat poikkeamaa piikkien kunnossa/pituudessa, ilmoita kunnossapitoon



MyPresentation - Copyright © Sulzer Pumps - | slide 4

Koneen ympäristön siivous ja silmämääräinen tarkastus

SULZER
Sulzer Pumps

- Poista maali ympäristöstä huolellisesti liukastumisien estämiseksi
- Poista ylimääräiset tavarat/roskat ja huolehdi, että paikat ovat siistit
- Tyhjennä koko radasto kerran kuukaudessa huoltoa edeltävänä päivänä.



MyPresentation - Copyright © Sulzer Pumps - | slide 2

Letkujen ja venttiilien silmämääräinen tarkastus

SULZER
Sulzer Pumps

- Tarkista silmämääräisesti, että peitosteletkut ja venttiilit ovat ehjät.



MyPresentation - Copyright © Sulzer Pumps - | slide 3

Peitosteallas ja -pumppu

SULZER
Sulzer Pumps

■ Peitosteallas

- Puhdista allas peitostekokkareista ja muista roskista, jotka voivat vahingoittaa pumppuja/konetta



MyPresentation «Copyright© Sulzer Pumps» | slide 7

Peitosteallas ja -pumppu

SULZER
Sulzer Pumps

■ Pumppu

- Putsaa peitostepumpun molemmat sihdit päivittäin
- Tarkista silmämääräisesti, onko pumpun jälkeinen sihtiverkko ehjä



MyPresentation «Copyright© Sulzer Pumps» | slide 8

Hydrauliikkakoneikon tarkistus

SULZER
Sulzer Pumps

- Tarkista silmämääräisesti, ettei peitostosmanipulaattorin hydrauliikkapiirissä ole vuotoja.



MyPresentation -Copyright© SulzerPumps- | slide 9

TPM- tarkastuslista: 02-36 Peitostosmanipulaattori

SULZER
Sulzer Pumps

Alue	Kysymys	Kyllä	Ei	Poikkeavan kohteen nro ja kommentit
Peruspuhdistus	Onko aallas puhdas?			
	Onko pumpun jälkeinen siirtiverkko ehjä?			
	Ovatko peitosteletkut ja venttiilit ehjät?			
Hydrauliikka-koneikko	Onko hydrauliikkapiirissä vuotoja?			
Kiinnittimet	Onko pulttien kunto hyvä?			
Sähkö	Toimivatko merkkivalot?			
	Toimivatko kytkimet ja painikkeet?			
Muuta	Onko muuta normaalitilanteesta poikkeavaa ?			

Tekijä:

Pvm:

MyPresentation -Copyright© SulzerPumps- | slide 10